
ISOLATION

généralités, problématiques, innovation

Club Envirobat Innovation
"Systèmes et matériaux performants" –
23/11/2010

Programme

1. Les fondamentaux de l'isolation

Transmission de chaleur, définitions, réglementation thermique, les isolants...

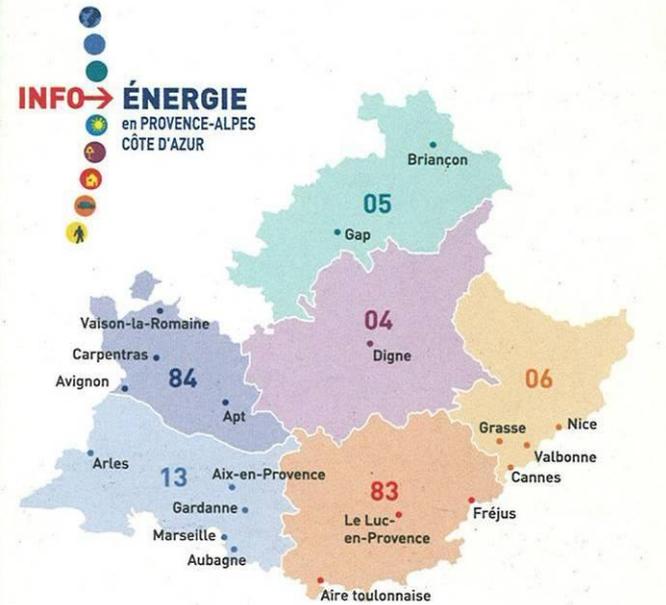
2. Comparaison des matériaux isolants

3. La problématique des isolants bio-sourcés

Certifications, avis techniques, assurances, etc...

4. Innovation

Présentation EIE



Les Espaces Info Energie c'est :

- **Conseils sur l'énergie** (Isolation, système de chauffage performant, énergies renouvelables, les gestes pour la maîtrise de l'énergie...)
- **Neutre/ gratuit et indépendant**

Public cible: Particuliers, collectivités et petites entreprises

Une structure porteuse :

- **Association, CLCV, CAUE etc...**

Des partenaires institutionnels :

- **Collectivité locale, ADEME, CR, CG....**

1. Principes fondamentaux

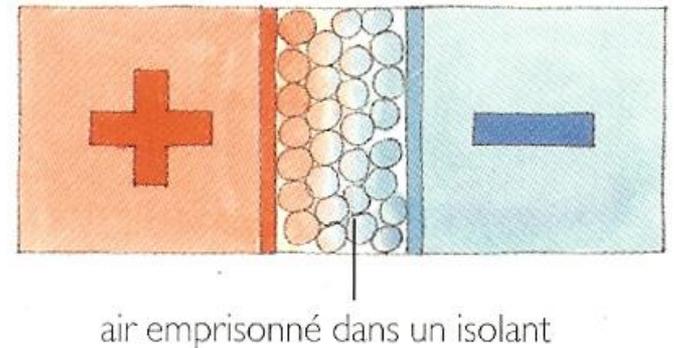
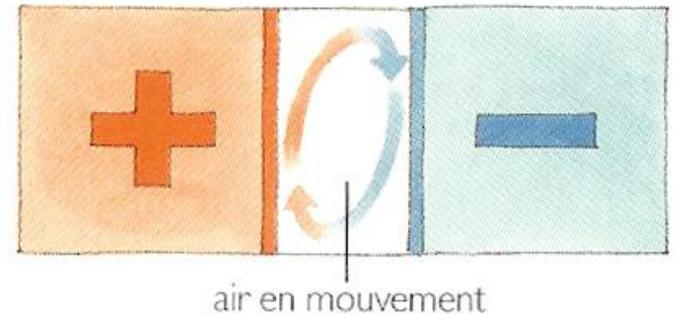
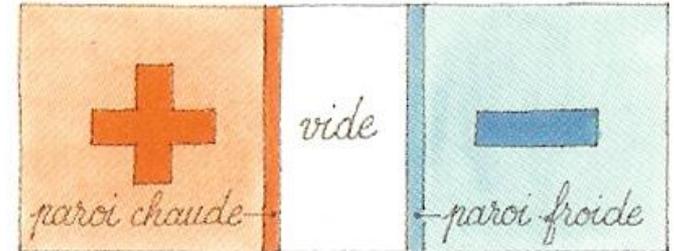
- **Transmission thermique**

Convection

Conduction

Rayonnement

⇒ **Isolant** = capacité de conduction la plus faible possible



1. Principes fondamentaux

Conductivité thermique (λ):

Capacité à laisser passer un flux de chaleur par conduction, calculé en : $W/m \cdot C$

Résistance thermique (R):

Résistance au passage d'un flux de chaleur
 Calculé en : $m^2 \cdot C/W$ $\Rightarrow R = \text{ép.} / \lambda$

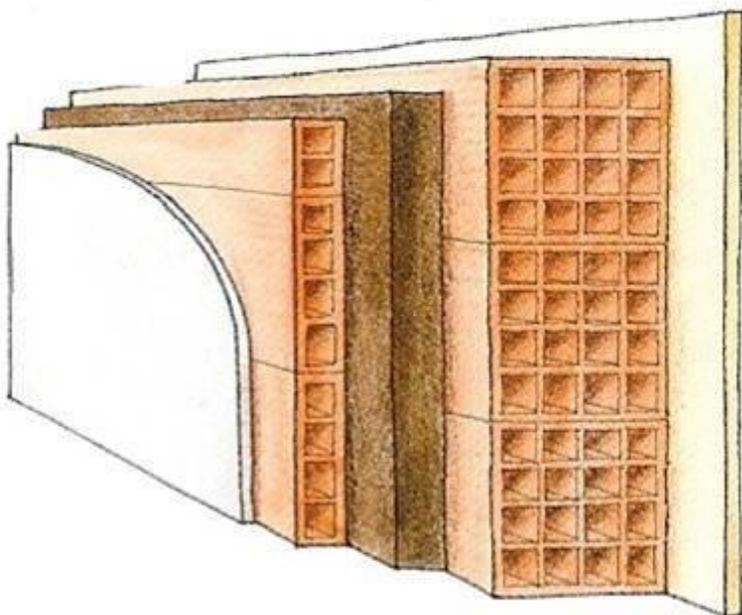
L'inertie thermique:

Capacité à emmagasiner de la chaleur et à la restituer (déphasage)

 Nom ou marque distinctive Adresse déposée du fabricant 2 derniers chiffres de l'année d'apposition marquage CE N° certificat de conformité CE N° EN de cette norme produit Identité du produit Organisme notifié n° XXXXX code de désignation				épaisseur mm	
				Euroclasse A2 S1d0	R $m^2 \cdot K/W$ 1,35
m^2/colis 3,60		pièces par colis 3		longueur mm 1200	largeur mm 1000
NOM PRODUIT XXXXXXXX N° contrôle + usine					
 ACEMMI 02/000777793 XXXXXXXX		En option : profil d'usage ISOLE certifié			
AT CSTB N° XX/YY-ZZZZ					
Nom ou marque commerciale					

1. Principes fondamentaux

Exemple de calcul du R dans un bâtiment



Composition de la paroi	Épaisseur (en mètre)	Conductivité thermique λ (en W/m.°C)	Résistance thermique R (en m ² .°C/W)
Résistance superficielle interne	-	-	0,11
Enduit plâtre	0,015	0,50	0,03
Briques plâtrières	0,05	DTU*	0,10
Panneaux liège expansé	0,06	0,04	1,50
Brique creuse standard	0,20	DTU*	0,40
Enduit chaux/sable	0,025	1,05	0,024
Résistance superficielle externe			0,06
Résistance thermique totale			2,224

La valeur U de la paroi est de : $1/2,224 = 0,45$

Source: doc. J-P Oliva

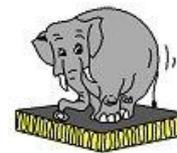
1. Réglementation

I.S.O.L.E. : Propriété d'aptitude à l'emploi des isolants



(Association pour la certification des matériaux isolants)

I Incompressibilité de 1 à 5



S Stabilité dimensionnelle de 1 à 4



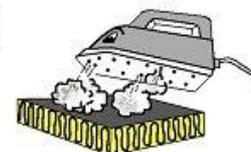
O Comportement à l'eau de 1 à 3



L Limite des performances mécaniques en traction de 1 à 4



E Comportement aux transferts de vapeur d'eau de 1 à 5



1. Réglementation

Comportement au feu

- M0** Incombustible
- M1** Non inflammable
- M2** difficilement inflammable
- M3** moyennement inflammable
- M4** Facilement inflammable

1. Réglementation

Conformité

Désignation

ATEC (Avis technique):

ancien « agrément CSTB »
=> Quasi indispensable pour les assurances décennales françaises pour les professionnels

ATE (Agrément technique européen):

aptitude à un usage d'un produit destiné à être marqué CE
=> Normalement idem ATEC

ATEX (Appréciation technique d'expérimentation):

pour une technique innovante sur un chantier particulier
=> Bien identifié si pas d'AT

1. Réglementation thermique

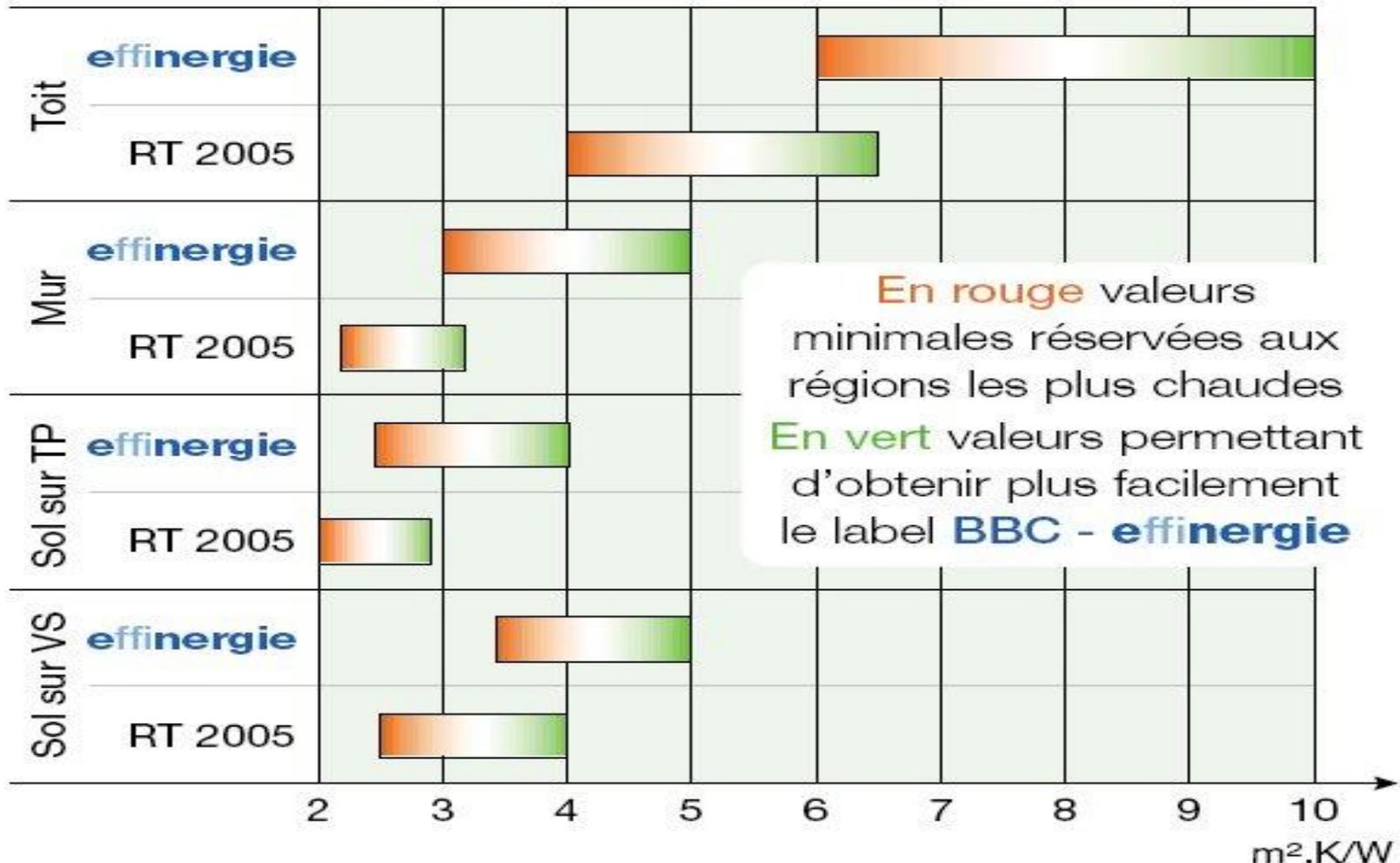
RT 2005

Performances minimales par composants « Gardes Fous »

Parois courantes	U_{\max} (W/m².K)	$R = 1/U$ (m².K/W)	Epaisseur d'isolant ($\lambda = 0,040$)
Murs / extérieur	0,45	2,22	9 cm
Plancher bas / extérieur	0,36	2,7	11 cm
Plancher haut	0,28	3,5	14 cm
Plancher haut (toiture terrasse)	0,34	2,9	12 cm
Fenêtres & porte fenêtres	2,6	x	x

1. Réglementation thermique

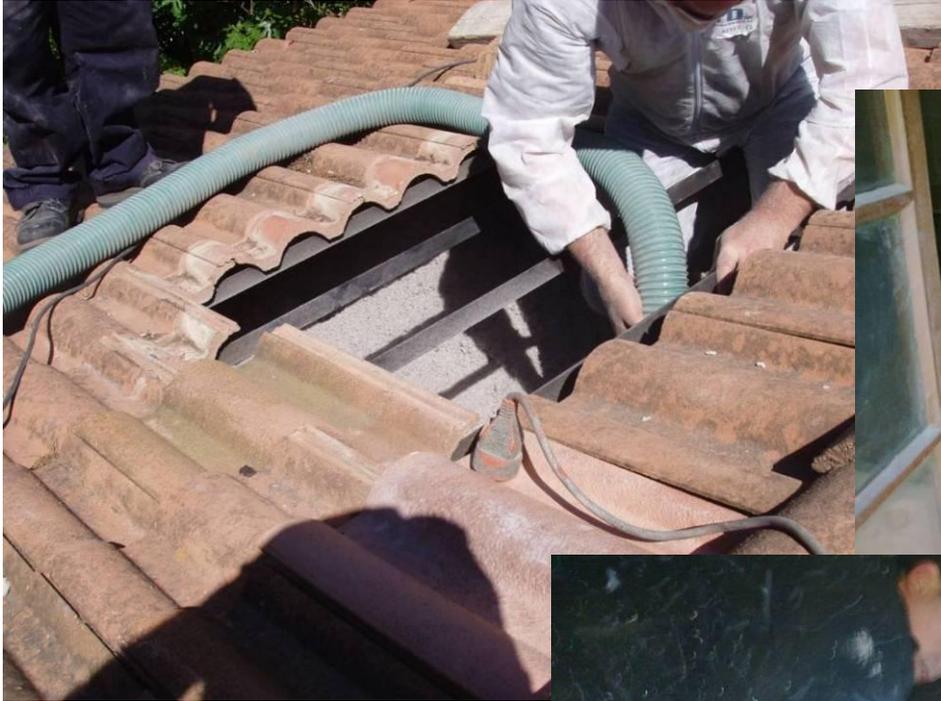
Au-delà de la RT 2005 => RT 2012, BBC....



1. Les matériaux

- **VRAC**

Origines:	Minérale	Végétale	Animale
Types:	Flocon de roche	Ouate de cellulose	Mouton
	Vermiculite	Granulé de Liège	
	Perlite	Chenevotte	
	Argile expansée	Paille de lavande	
Destination:	Surface des combles perdus, remplissage de caissons pour paroi verticale, sol ou toiture sous rampant.		



1. Les matériaux

- SEMI-RIGIDE (rouleaux)**

Origines:	Minérale	Végétale	Animale
Types:	Laine de : - verre - roche	Laine/fibre de: - chanvre - bois - coton (et recycle) - lin - kenaf - coco	Laine de mouton Plume de canard
Destination:	Comble perdu, paroi verticale avec support rigide, toiture sous rampant		

1. Les matériaux

- **RIGIDE (panneaux)**

Origines:	Minérale	Végétale	Organique
Types:	<p>Laine de verre haute densité</p> <p>Verre cellulaire</p>	<p>Brique de chanvre</p> <p>Corkoco</p> <p>Liège expansé</p> <p>Cellulose</p> <p>Fibragglo de bois</p>	<p>Polystyrène PSE ou XPS</p> <p>Polyuréthane</p>
Destination:	paroi verticale, sol et sous face, toiture sous rampant		

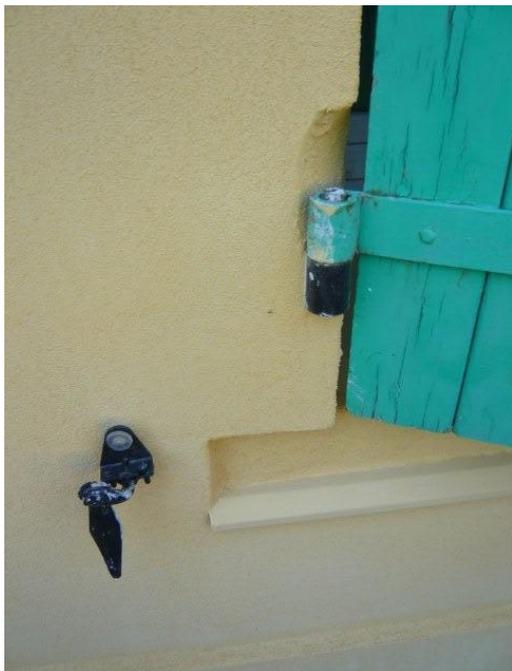


Photo: GERES; travaux: Ingénierie Décor Concept

2. Comparatif isolants

- **Les caractéristiques**

La conductivité thermique: Lamda en W/mK

Laine de roche	$\lambda = 0,040$
Laine de verre	$\lambda = 0,035$
Polystyrène expansé	$\lambda = 0,035$
Polystyrène extrudé	$\lambda = 0,028$
Mousse de polyuréthane	$\lambda = 0,025$ (panneau), $\lambda = 0,030$ (mousse)
Laine de chanvre	$\lambda = 0,039$
Laine de mouton	$\lambda = 0,035$ à $0,045$
Laine de lin	$\lambda = 0,037$
Laine de coton	$\lambda = 0,040$
Laine de bois	$\lambda = 0,042$ (pan HD), $\lambda = 0,070$ (pan semi-rigides)
Liège expansé	$\lambda = 0,032$ à $0,045$
Ouate de Cellulose	$\lambda = 0,035$ à $0,040$

2. Comparatif isolants

- **Les caractéristiques**

La **Capacité thermique** en Wh/m³K

Laine de roche	8
Laine de verre	8
Polystyrène expansé	7
Polystyrène extrudé	12
Mousse de polyuréthane	8
Laine de chanvre	12
Laine de mouton	10
Laine de lin	9
Laine de coton	6
Laine de bois	80 (pan HD) et 32 (pan semi-rigides)
Liège expansé	46
Ouate de Cellulose	19 (vrac) et 49 (pan)

2. Comparatif isolants

- **Les caractéristiques**

Le **déphasage** en heure pour une épaisseur équivalent à $R=5 \text{ m}^2\text{K/W}$

Laine de roche	6
Laine de verre	6
Polystyrène expansé	6
Polystyrène extrudé	7
Mousse de polyuréthane	4
Laine de chanvre	7
Laine de mouton	5
Laine de lin	6
Laine de coton	6
Laine de bois	15 (pan HD) et 7.5 (pan semi-rigides)
Liège expansé	13
Ouate de Cellulose	10 (vrac) et 12 (pan)

2. Comparatif isolants

- **Energie grise:**

Définition : Energie primaire utilisée pour la production du matériau exprimée en kWh/m³

Béton cellulaire	400
Monomur type 3B Bellenberg	600
Laine de roche 110kg/m ³	697
Laine de verre 60kg/m ³	806
Polystyrène expansé	500
Polystyrène extrudé	800
Mousse de polyuréthane 30kg/m ³	1004
Panneaux laine de bois 150, panneaux de cellulose	150 à 161
Laine de chanvre, lin, coton, mouton, ouate de cellulose (soufflée)	84 à 60
Liège expansé conforme norme NF EN 13170	450

2. Comparatif isolants

- Impact sur la santé :

Béton cellulaire	néant
Monomur	néant
Laine de roche	Risques potentiels pour la santé si l'on manipule mal le matériau et s'il est mal enrobé (OMS)
Laine de verre	Risques potentiels pour la santé si l'on manipule mal le matériau et s'il est mal enrobé (OMS)
Polystyrène expansé	Dégagements de pentane et de styrène à la chaleur Gaz toxiques libérés en cas d'incendie
Polystyrène extrudé	Dégagements de pentane et de styrène à la chaleur Gaz toxiques libérés en cas d'incendie
Mousse de polyuréthane	Gaz très toxiques libérés en cas d'incendie
Panneaux laine de bois, de cellulose	Emission de COV (colle),
Laine de chanvre, lin, coton, mouton, ouate de cellulose (soufflée)	Légère toxicité de certains composants des additifs anti-mites Risques potentiels pour la santé pour les fibres de ouate.
Liège expansé	néant

2. Comparatif isolants

- **Recyclage :**

Béton cellulaire	Difficilement recyclable
Monomur	Difficilement recyclable
Laine de roche	Difficilement recyclable, enfouissement
Laine de verre	Difficilement recyclable, enfouissement
Polystyrène expansé	Non recyclable, incinération
Polystyrène extrudé	Non recyclable, incinération
Mousse de polyuréthane	Non recyclable, incinération
Panneaux laine de bois, de cellulose	Ressource renouvelable , papier, carton...
Laine de chanvre, lin, coton, mouton, ouate de cellulose (soufflée)	Ressource renouvelable , pour le coton utilisation vêtements usés
Liège expansé	Ressource renouvelable, recyclable , broyé en granulé (vrac)

2. Comparatif isolants

- **Pollution(s) occasionnée(s):**

Béton cellulaire	Pollution liée à l'utilisation des hydrocarbures (rejet GES, extraction, transport, dégazage, raffinage etc...)
Monomur	IDEM
Laine de roche	IDEM
Laine de verre	IDEM
Polystyrène expansé	IDEM
Polystyrène extrudé	IDEM
Mousse de polyuréthane	IDEM
Panneaux laine de bois, de cellulose	IDEM pour laine de bois sauf si utilisation de sous produit bois
Laine de chanvre, lin, coton, mouton, ouate de cellulose (soufflée)	Si culture intensive (ex: coton), appauvrissement des terres
Liège expansé	Déforestation si mauvaise gestion des ressources

2. Comparatif isolants

Isolation	Valeur isolante	Durabilité	Comportement incendie	Toxicité en œuvre	perméabilité à la vapeur d'eau	capacité absorption d'eau	Prix	Total
Liège expansé	5	5	2	3	5	4	2	26
granule de chanvre	4	5	2	3	5	4	3	26
granules chanvre bitumé	1	5	2	2	5	3	1	19
laine de cellulose	5	4	2	3	5	5	3	27
Laine de lin ou chanvre	5	4	2	3	5	4	2	25
Laine de mouton	5	5	2	2	5	5	2	26
argile expansée	2	5	5	3	4	4	2	25
Perlite ou vermiculite	3	5	5	3	4	3	2	25
Perlite/vermiculite bitumée/siliconée	3	5	2	2	2	3	1	18
Laine minérale avec pare vapeur	5	4	2	1	1	1	5	19
Polystyrène	5	2	1	1	1	1	5	16

- 1= médiocre
2= moyen
3= correct
4= bon
5= excellent

Source: Revue Maison Ecologique

3. La problématique

Constats :

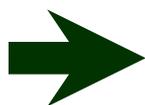
:

- Prix non compétitif vs. Isolant classique.
- Pas de référentiel officiel.
- Circuit de distribution marginal.
- Réticence des Assureurs
- Méconnaissance des produits par les artisans
(beaucoup de préjugés)
- Ecolo-sceptique, lobbying

3. La problématique

Solutions ?

- *Prix non compétitif vs. Isolant classique.*
- *Pas de référentiel officiel.*
- *Circuit de distribution marginal.*
- *Réticence des Assureurs*
- *Méconnaissance des produits par les artisans (beaucoup de préjugés)*
- *Ecolo-sceptique*



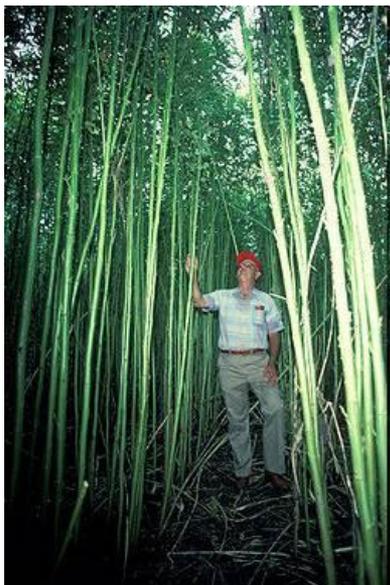
- Augmenter les productions locales.
- Meilleure prise en compte par le CSTB.
- La distribution doit « jouer le jeu ».
- Implication des assureurs
- Campagne de sensibilisation vers les acteurs de terrain
- Mettre en prison les écolo-sceptiques! (changement progressif des mentalités)
- Mettre en place des outils d'évaluation (FDES, ACV ...)

4. L'innovation

Matière première :

Quelques exemples:

- Isolant à base d'**herbe**
- Isolant à base de **Kéna**f



Source: Gramitherm

4. L'innovation

Filière de proximité :

Quelques exemples:

- **Chanvre et lavande dans le Lubéron** (Cf. intervention de M. CHIFFOLLEAU)

- **Paille de riz en Camargue**



Source: www.developpementdurablelejournal.com

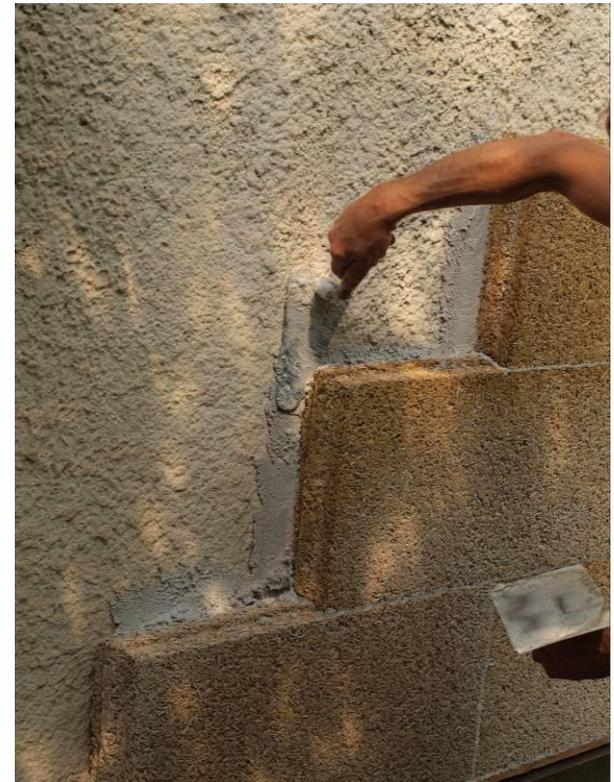
- **Soufflage de roseaux broyés – Camargues (Marais du Vigueirat)**

4. L'innovation

Technique de pose :

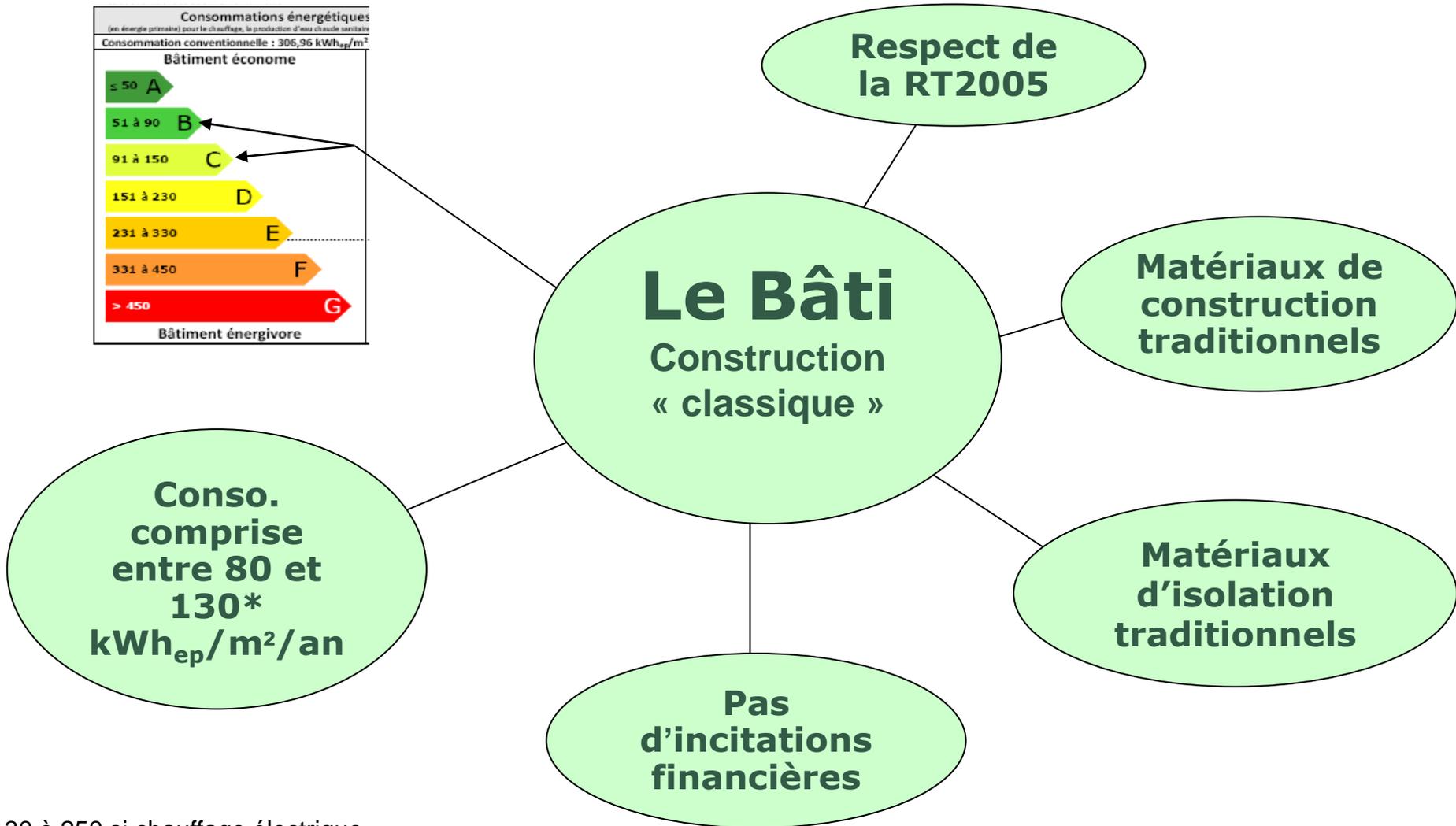
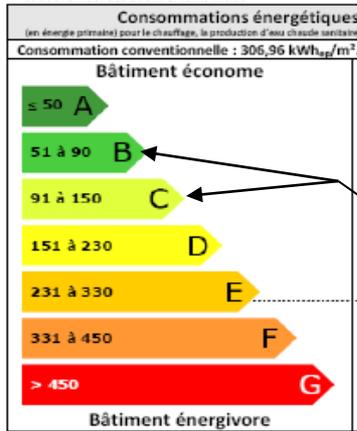
exemple:

- **ITE avec brique de chanvre**
- **Autres** (Cf. présentations cet après midi)...



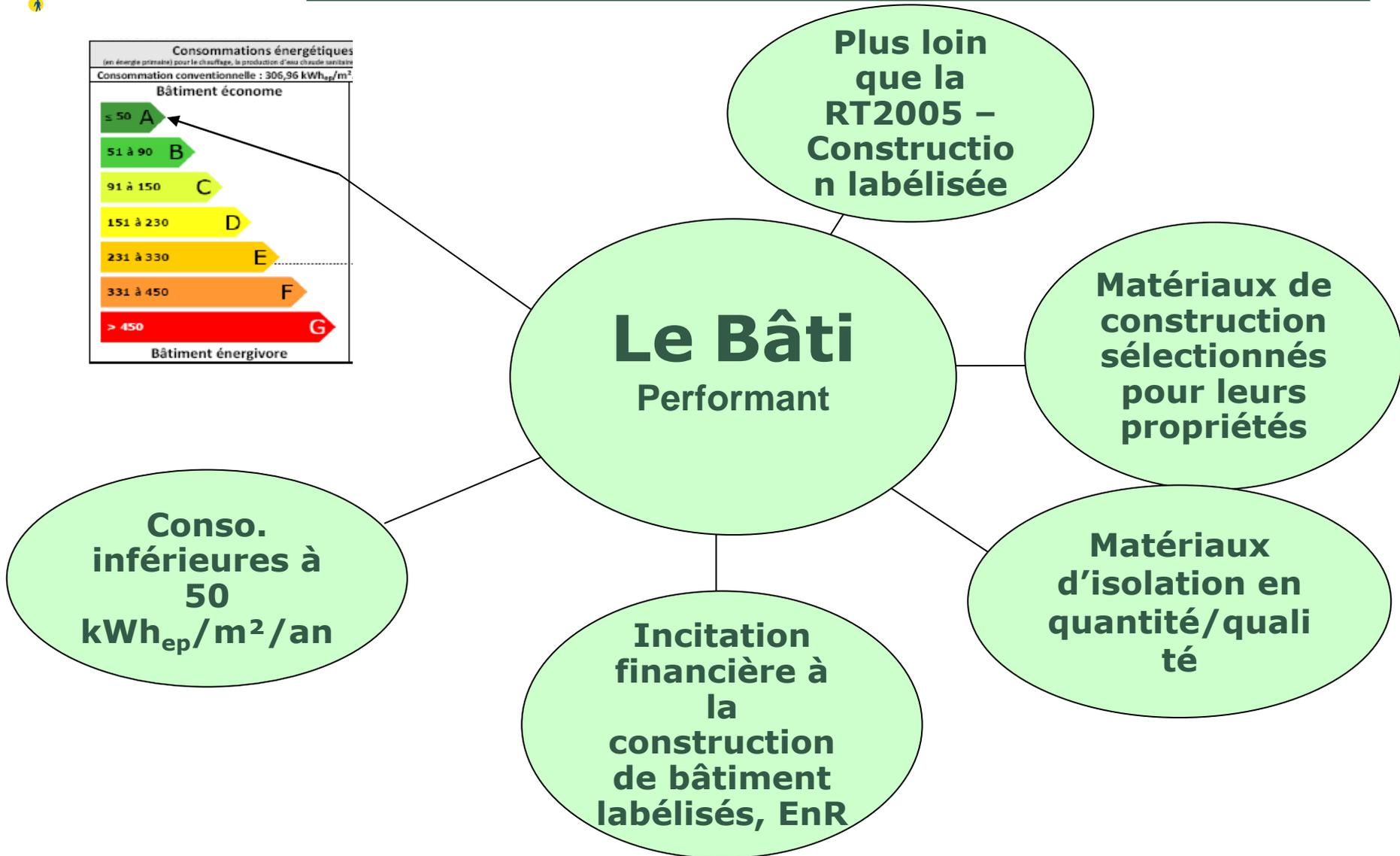
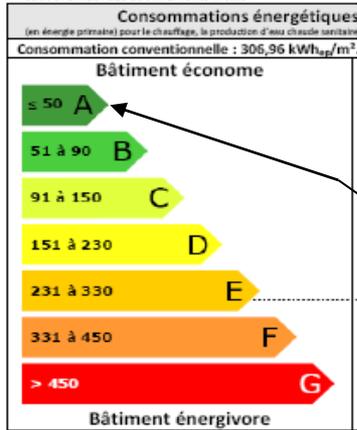
Source: www.brique-isolation-chanvre.com

5. Conclusion



*130 à 250 si chauffage électrique

5. Conclusion



Annexe

3. La laine de chanvre

- **Utilisation:** Isolation du toit, des rampants, des murs, et parfois du sol.
- **Prix :** à partir d'environ 10 à 15€/m² (100 mm).
- **Conditionnement:** Vrac (ballot de chenèvotte 10 kg), panneau en épaisseur allant de 40 à 120 mm
- **Présentation :** Granules de chènevotte ou en fibres longues(vrac, rouleaux, panneaux)
- **Fabricants (AT):** Isover (CSTB), Steico, Homatherm (marquage CE), Technichanvre (ATE)



3. La laine de chanvre

■ Ses avantages :

- Diffusant à la vapeur d'eau
- Bon régulateur hygrométrique
- Pas de danger pour la santé (transformation et dépose).
- Très résistant au feu.
- Rigidité: adapté à l'isolation thermique et phonique des murs, des combles et toitures.

■ Ses inconvénients :

- Traitement au sel de bore
- Tassement en rouleau vertical
- Consomme beaucoup d'eau

3. La laine de coton

- **Utilisation:** En toiture ou à dérouler au sol.
- **Prix:** à partir de 17 €/m² (100 mm)
- **Conditionnement:** épaisseur allant de 40 à 200 mm.
- **Présentation :** en rouleau, en vrac ou feutre.
- **Fabricants (AT):** Isoa (P.V. CERIB), Le Relais – Métisse vêtement recyclé



3. La laine de coton

■ Ses avantages :

- Diffusant à la vapeur d'eau
- Bon régulateur hygrométrique
- Les pesticides utilisés pour la culture ne subsistent pas le matériau

■ Ses inconvénients :

- Production très polluante .
- Energie grise élevée pour le transport
- Tassement en isolation verticale
- Subit souvent un traitement ignifugeant

3. La laine de lin



- **Utilisation:** En toiture, murs ou à dérouler au sol.
- **Prix :** à partir d'environ 10 à 15€/m² (100 mm).
- **Conditionnement:** épaisseur allant de 40 à 200 mm.
- **Présentation :** en rouleau ou panneau.
- **Fabricants (AT) :** Pavatex (Ecolabel), Natur'lin (ATE), Sotextho, Isovlas (ATE)



3. La laine de lin

■ Ses avantages :

- Bon régulateur hygrométrique
- Isolant souple et résistant
- Coefficient de conductivité thermique $>$ chanvre, peut absorber 10 fois plus d'eau que la laine de verre sans se détériorer.
- Se travaille plus aisément que le chanvre, fabrications de plus grandes épaisseurs (de 120 à 200 mm)

■ Ses inconvénients :

- Risque d'invasion de mites

3. La laine de mouton

- **Utilisation:** En toiture et murs.
- **Prix :** à partir d'environ 16 €/m² (100 mm).
- **Conditionnement:** épaisseur allant de 40 à 100 mm.
- **Présentation :** en rouleau.
- **Fabricants (AT) :** Deamwool (CSTB, ATE), Etoile du berger, France laine



3. La laine de mouton

■ Ses avantages :

- difficilement inflammable,
- se comporte comme un **hydro-régulateur**, capable d'absorber jusqu'à 30% de son poids en condensation sans mouiller la fibre et sans perdre ses propriétés isolantes.
- Pouvoir gonflant, épouse facilement les irrégularités des charpentes, neuves ou anciennes.

■ Ses inconvénients :

- Additifs antimites avec une très légère toxicité pour les animaux à sang chaud
- Mauvaise inertie thermique
- Tassement en isolation verticale

3. Le liège



- **Utilisation:** En toiture, murs et plancher.
- **Prix :** Expansé 30 €/m² (100 mm), vrac 17 €/m² .
- **Conditionnement:** épaisseur allant de 40 à 160 mm.
- **Présentation :** en panneau, vrac.
- **Fabricants (AT) :** Amorim (ACERMI), Isocor, Aliecor (ACERMI), Liège Mèlior

3. Le liège

■ Ses avantages :

- Compact, imputrescible, léger, étanche et résistant à la compression.
- Excellente protection contre le froid hivernal et contre les chaleurs d'été (très bon déphasage thermique).
- Simple à mettre en œuvre pour isoler les murs, les combles. On peut le peindre, le tapisser, le crépir.
- Résistant au feu et aux termites.
- Utilisation comme chape isolante sur le sol, réduit efficacement les bruits d'impact.
- Exemptes de composés organiques volatiles
- Adapté aux pièces soumises à une forte abrasion (entrées, couloirs) ou souvent aspergées d'eau (salle de bain).

■ Ses inconvénients :

- Produit cher
- quantité limité : les chênes-lièges poussent lentement !)

3. La Ouate de cellulose

- **Utilisation:** En toiture, murs.
- **Prix :** Panneau 20 €/m² (100 mm), vrac 5 à 10 €/m² (100 mm).
- **Conditionnement:** épaisseur allant de 30 à 160 mm, sac de 10 à 12 kg.
- **Présentation :** en panneau, vrac.
- **Fabricants (AT) :** Homatherm (marquage CE), Cellisol (CSTB), Dammstatt (CSTB), Isofloc (Atec), Soprema (Atec), Xylobell (Atec), Isocell (ATE), CWA Cellulose (ATE)



3. La Ouate de cellulose

■ Ses avantages :

- idéale pour une pose en toiture entre chevrons.
- Excellente protection contre le froid hivernal et contre les chaleurs d'été (bon déphasage thermique).
- Excellente isolation acoustique dans les cloisons, notamment utilisée avec des plaques parement Fermacell.
- Elle est facile à utiliser grâce à une découpe facile.
- Bonne rigidité et tenue verticale.
- Meilleur rapport qualité / prix pour isolant sain
- Perméable à l'eau

■ Ses inconvénients:

- Tassement important en vrac
- Craint l'humidité

3. La fibre de bois

- **Utilisation:** En toiture, murs et sol.
- **Prix :** Panneau 20 à 40 €/m² (100 mm), rouleau 12 à 20 €/m² (100 mm).
- **Conditionnement:** épaisseur allant de 40 à 200 mm.
- **Présentation :** en panneau et rouleau.
- **Fabricants (AT) :** Homatherm et Steico (marquage CE, Atec), Pavatex (ACERMI), Gutex (Atec)



3. La fibre de bois

■ Ses avantages :

- Les panneaux offrent une grande résistance au vieillissement.
- Diffusant à la vapeur d'eau
- Bon régulateur hygrométrique
- Excellente protection contre le froid hivernal et contre les chaleurs d'été (bon déphasage thermique).
- Bon isolant phonique

■ Ses inconvénients:

- Energie grise élevée (sauf utilisation de sous produit)
- Unités de fabrication très décentralisées